



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 101 20 473 C 1

51 Int. Cl. 7:  
B 24 C 9/00  
B 25 J 21/00

21 Aktenzeichen: 101 20 473.6-14  
22 Anmeldetag: 25. 4. 2001  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 25. 7. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Schlick Roto-Jet Maschinenbau GmbH, 48629  
Metelen, DE  
74 Vertreter:  
Dr. Hoffmeister & Tarvenkorn, 48147 Münster

61 Zusatz in: 101 62 780.7

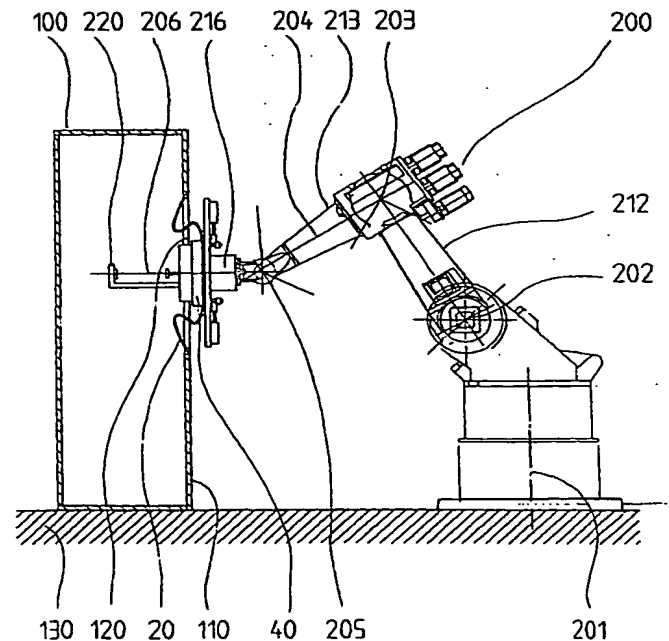
72 Erfinder:  
Nadicksbernd, Reinhard, 48607 Ochtrup, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 100 62 133 C1  
DE 100 07 831 C1

54 Arbeitskammersystem

57 Bei einem Arbeitskammersystem mit einer Roboterhand (216), die durch eine Ausnehmung (120) in die Arbeitskammer (100) eingreift, ist eine Abdichtungsvorrichtung vorgesehen, mittels der eine Abdichtung fernbetätigbar herzustellen und zu lösen ist. Die Abdichtungsvorrichtung umfasst:  
- ein flexibles Trichterdichtungselement (20), durch welches ein innenliegendes Durchführungsringelement (40) mit dem Rand der Ausnehmung (120) verbunden ist,  
- wenigstens zwei Kupplungselemente, die an dem Durchführungsringelement (40) befestigt sind, und  
- wenigstens ein Riegelement, das mit der Roboterhand (216) verbunden ist und das mittels Stellelementen zur Kupplung der Roboterhand (216) mit dem Durchführungsringelement (40) in den Eingriff mit den Kupplungselementen zu bringen ist.



DE 101 20 473 C 1

DE 101 20 473 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Arbeitskammersystem bestehend aus

- einer Arbeitskammerwandung mit wenigstens einer Ausnehmung,
- einer durch die Ausnehmung in die Arbeitskammer eingreifender Roboterhand, und
- einer Abdichtungsvorrichtung, mittels der eine Abdichtung der Ausnehmung gegenüber dem eingreifen der Roboterhand fernbetätigbar herzustellen und zu lösen ist.

[0002] In der DE 100 62 133 C1 und der DE 100 07 831 C1 der Anmelderin sind gattungsgemäße Arbeitskammersysteme angegeben, bei denen eine Roboterhand oder ein anderer Manipulatorarm durch ein in die Ausnehmung eingesetztes Durchführungsrohr hindurch in eine Arbeitskammer eingreift. Ein aufblasbarer Balg umschließt die Roboterhand und dichtet diese gegenüber dem Durchführungsrohr ab. Anschließend erschläßt der Balg durch Ablassen des Druckgases wieder, so dass die Roboterhand zusammen mit einem möglicherweise eingespannten Werkstück aus dem Durchführungsrohr und damit aus der Arbeitskammer herausgezogen werden kann.

[0003] Solche Arbeitskammersysteme haben sich bewährt. Vorteilhaft ist insbesondere, dass automatisch, also ohne Montagetätigkeiten oder andere manuelle Eingriffe, eine sichere Abdichtung der Roboterhand in der Durchführung hergestellt und wieder gelöst werden kann. Dabei kann die Roboterhand während des Betriebs unter Beibehaltung der Abdichtung innerhalb der Durchführung bewegt werden.

[0004] Es können einzelne Werkstücke in die Arbeitskammer eingebracht werden, wobei die Abdichtung automatisch, beispielsweise über eine Programmablaufsteuerung, bewirkt werden kann, unmittelbar bevor der Arbeitsvorgang in der Kammer beginnt. Ein Eingriff von Bedienpersonal ist nicht erforderlich. Nach Beendigung des Arbeitsvorgangs in der Kammer kann die Abdichtung an dem Durchführungsrohr fernbetätigt wieder gelöst werden, so dass die Roboterhand frei beweglich ist und mit dem Werkstück aus der Kammer heraus bewegt werden kann.

[0005] Die Arbeitskammern ermöglichen eine Bewegung der in dem Durchführungsrohr abgedichtet liegenden Roboterhand in mehreren Freiheitsgraden.

[0006] Es hat sich allerdings gezeigt, dass das Aufpumpen des Dichtungsbalges und das anschließende Ablassen von Luft oder Druckgas bei bestimmten Arbeitsprozessen zu viel Zeit in Anspruch nimmt.

[0007] Es stellt sich daher die Aufgabe, ein Arbeitskammersystem der eingangs genannten Art so weiter zu entwickeln, dass das Herstellen und anschließende Lösen einer dichtenden Verbindung zwischen Roboterhand und Arbeitskammer in kürzerer Zeit möglich ist.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einer Arbeitskammer der eingangs genannten Art jeweils durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 2 gelöst.

[0009] Mit Roboterhand sind diejenigen Endachsen von Industrierobotern und anderen Manipulatoren bezeichnet, an denen beispielsweise ein Werkstückgreifer oder ein Bearbeitungswerkzeug anzubringen ist.

[0010] Die Roboterhand kann bei dem Arbeitskammersystem der Erfindung zunächst völlig ungehindert in die Arbeitskammer eingefahren werden und nach Beendigung der Arbeiten wieder heraus. Dabei kann das Werkstück durch das Durchführungsringelement transportiert werden, soweit

der Umkreis des Werkstücks kleiner ist als der Innendurchmesser des Durchführungsringelements. Dazu verfährt der Roboter mit seiner Roboterhand und einem etwaig daran angebrachten Werkstückgreifer in einer translatorischen Bewegung durch das Durchführungsringelement in die Arbeitskammer ein. Durch die Stellelemente, vorzugsweise Linearmotoren oder Pneumatikzylinder, die entweder an der Arbeitskammer oder an dem Roboter angeordnet sind, werden die daran angebrachten Riegelemente nah an die Kupplungselemente gefahren und dann in den Eingriff mit den Kupplungselementen gebracht, wodurch eine starre Verbindung zwischen dem Durchführungsringelement in der Arbeitskammer und der Roboterhand hergestellt wird. Durch Rückzug der Stellelemente wird diese Kupplung wieder gelöst. Diese Wirkung wird erzielt, gleichgültig ob die Kupplungselemente am Durchführungsringelement und die Stell- und Riegelemente an der Roboterhand angeordnet sind oder umgekehrt.

[0011] Vorteilhaft ist es, wenn an der Arbeitskammerwandung wenigstens eine Haltevorrichtung zum Halten des Durchführungsringelements in einer Ausgangsstellung angeordnet ist. Durch diese wird das Durchführungsringelement so in einer definierten Ausgangsstellung gehalten, dass der Roboter über eine Wegesteuerung diese Stellung exakt anfahren und die Kupplungsverbindung mit dem Durchführungsringelement herstellen kann.

[0012] Die Verriegelung der Roboterhand mit dem Durchführungsringelement kann über Riegelbolzen erfolgen, in die gabelförmige Riegelemente eingreifen.

[0013] Sie kann weiterhin als Bajonettverschluss ausgebildet sein, so dass die Ankopplung durch Rotation desjenigen Elements des Roboters ermöglicht ist, das die Riegelemente trägt. Hierzu sind die Kupplungselemente als Bolzen ausgebildet, die einen Zylinderbereich und einen vorderen Kopfbereich aufweisen, welche über eine radiale Nut verbunden sind. Die Stellelemente sind durch wenigstens zwei in einen Kupplungsaufnahmeflansch eingebrachte Riegelanschlüsse gebildet, welche jeweils eine Bolzendurchgangsausnehmung und eine sich daran anschließende Bolzenriegelausnehmung umfassen.

[0014] Außerdem ist eine Ankopplung über magnetische Kupplungselemente möglich. Die Kupplungselemente sind in diesem Fall Elektromagnete und der Kupplungsaufnahmeflansch weist ferromagnetische Magnetkopplungsbereiche auf.

[0015] Vorteilhaft ist es auch, wenn die Roboterhand einen Werkstückgreifer mit einem schraubzwingenartigen, U-förmigen Bügel aufweist, welcher an seinem einen Ende mit einem verschiebbaren Klemmelement versehen ist und an seinem anderen Ende ein Stützelement aufweist. Ein solcher Greifer ist vorzugsweise so am Roboter angeordnet, dass die Spannachse, die sich zwischen dem Klemm- und dem Stützelement erstreckt, etwa in Richtung der letzten Roboterachse verläuft. Damit sind die Roboterhand, der Greifer und das darin einzuklemmende Werkstück alle so angeordnet, dass sie mit ihren jeweiligen Schmalseiten durch die lichte Weite des Durchführungsringelements hindurch in das Innere der Arbeitskammer hinein gefahren werden können.

[0016] Vorteilhaft ist insbesondere eine Ausführungsform des Trichterdichtungselements, das eine flexible Innenlage und eine flexible Außenlage umfasst, welche unter Ausbildung eines gasdichten Innenbehälters randseitig verbunden sind, und dass ein Drucksensor zur Gasdruckmessung in dem Innenbehälter vorgesehen ist. Hierdurch kann der Innenbehälter des Trichterdichtungselements mit Gasdruck beaufschlagt werden. Durch Überwachung des Behälterinnendrucks kann so ein Riss in dem Trichterdichtungselement festgestellt werden, beispielsweise wenn das Trichter-

dichtungselement stark durch Strahlmittel verschlissen ist.  
[0017] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen sowie den nachfolgend erläuterten Beispielen zu entnehmen.

[0018] Die Erfindung wird mit Bezug auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen im einzelnen:

[0019] Fig. 1 einen Ausschnitt einer Strahlkammer mit einem von außen eingreifenden Industrieroboter in seitlicher Schnittansicht;

[0020] Fig. 2a, b je eine Vorderansicht auf eine Arbeitskammerwandung mit Abdichtungs- und Haltevorrichtung in verschiedenen Formen;

[0021] Fig. 3a-3c die erfindungsgemäße Abdichtungs- und Haltevorrichtung in verschiedenen Stellungen des Industrieroboters in Schnittdarstellung;

[0022] Fig. 4 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Abdichtungs- und Haltevorrichtung in Vorderansicht;

[0023] Fig. 5 ein Kupplungselement in Vorderansicht;

[0024] Fig. 6 ein Riegeelement, ebenfalls in Vorderansicht.

[0025] In Fig. 1 ist eine Arbeitskammer 100 dargestellt. Ein Industrieroboter 200 ist außerhalb der Arbeitskammer 100 angeordnet. Der Industrieroboter 200 weist sechs Rotationsachsen 201 . . . 206 und damit sechs Freiheitsgrade auf. Die 6-Achsen-Kinematik ermöglicht, innerhalb des Arbeitsbereichs jeden Punkt im Raum in beliebiger Orientierung des letzten Robotergrundes, beispielsweise der Roboterhand 216 mit einem Werkstückgreifer 220, anzufahren.

[0026] Die Hochachse 201 ist eine Rotationsachse, um die der gesamte Industrieroboter 200 gegenüber einem Fundament 130 rotierbar ist. Aufeinander folgend sind zwei Knickachsen 202, 203 angeordnet, mit denen der so genannte Oberarm 212 und der Unterarm 213 geneigt werden können. Hierüber ist das so genannte Handgelenk 205, das ein weiteres Knickgelenk ist, im Raum positionierbar. Die Orientierung des Handgelenks 205 in Bezug auf den Unterarm 213 kann noch durch eine Rotationsachse 204 geändert werden.

[0027] Über die Rotationshandachse 206 ist die Roboterhand 216 mit dem daran angebrachten Bearbeitungs- oder Spannwerkzeug, beispielsweise dem Werkstückgreifer 220, rotierbar. Vorgesehen ist, dass die Roboterhand 216 eine Rotation des Werkstückgreifers 220 ohne Einschränkung des Drehwinkels ermöglicht. Die endlose Rotation ermöglicht eine gleichmäßige Werkstückbehandlung mit Strahlmitteln und/oder Lacken in der Arbeitskammer 100, da im Gegensatz zu endlichen Drehwinkeln der Totpunkt einer Drehrichtungsumkehr entfällt.

[0028] Der Werkstückgreifer kann zwei oder, insbesondere für runde Werkstücke, mehrere Spannfinger aufweisen und elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigbar sein, wie es an sich bekannt ist.

[0029] Das Handgelenk 205 und die Roboterhand 216 mit dem Werkstückgreifer 220 befinden sich bei der in Fig. 1 dargestellten Arbeitssituation innerhalb eines durch die Arbeitskammerwandung 110 hindurch geführten Durchführungsringelements 40 und sind an dieses starr angekuppelt. Das angekuppelte Durchführungsringelement 40 wirkt gleichsam als Verlängerung der Roboterhand 216 und kann durch diese soweit gedreht, verschoben und gekippt werden, wie ein flexibles Trichterdichtungselement 20, das das Durchführungsringelement 40 umschließt, dies zulässt.

[0030] Das Durchführungsringelement 40 kann beispielsweise in Form eines Kreistrings, eines ellipsenförmigen Rings oder eines Rechteckrings ausgebildet sein. Die jeweilige Form, und damit verbunden der Querschnitt der Ausnehmung 120 und/oder der Trichterdichtungselements 20, wird so gewählt, dass sie den größtmöglichen Bewegungsspiel-

raum in der Ebene der Arbeitskammerwandung 110 für den jeweiligen Anwendungsfall ermöglicht. Soweit das Werkstück lediglich um die Roboterhandachse 206 rotiert wird, ist die Kreisringform eine besonders geeignete Form. Sind zusätzlich Bewegungen des Werkstücks in x- und y-Richtung in der Ebene der Arbeitskammerwandung 110 erforderlich, sind ausgedehntere Querschnittsformen wie Ellipsen oder Rechtecke besonders geeignet.

[0031] Außerdem kann das Durchführungsringelement 40 rohrförmig ausgebildet sein. Die Verlängerung zu einem Durchführungsrohr, wie in den Fig. 3a bis 3c dargestellt, ermöglicht durch teilweise Abschirmung einen Schutz der Roboterhand mit dem daran befindlichen Werkstückgreifer 220.

[0032] Das Durchführungsringelement 40 wird von dem Trichterdichtungselement 20 eingeschlossen und ist über dieses mit der Arbeitskammerwandung 110 verbunden. Das Trichterdichtungselement 20 kann balgenartig mit zusätzlichen Materialfalten sein, um einen größeren Bewegungsspielraum des innenliegenden Durchführungsringelements 40 zu ermöglichen. Es ist aber bevorzugt aus ebenen Zugschnitten eines Gummimaterials zu einem Trichter gerollt, wodurch sich eine sehr einfache Herstellung ergibt.

[0033] Es können ebenso Kreissegmente überlappend kombiniert sein. Bei Beschädigung des Trichterdichtungselements 20 braucht dann lediglich ein einzelnes Segment ausgetauscht zu werden.

[0034] Zur automatischen Diagnose einer Beschädigung kann das Trichterdichtungselement 20 als Hohlkörper ausgebildet sein, der mit Druckgas beaufschlagt wird. Durch eine Innendrucküberwachung kann ein Druckabfall, der auf eine Beschädigung zurückzuführen ist, festgestellt werden. Hierdurch ist eine Reaktion des Bedienpersonals und/oder einer automatischen Steuerungseinrichtung möglich, um den Austritt von Medien aus dem Inneren der Arbeitskammer 100 sofort zu unterbinden.

[0035] Das Durchführungsringelement 40 hat einen wesentlich kleineren Außenumfang als die in die Arbeitskammerwandung 110 eingebrachte Ausnehmung 120. Das Verhältnis des Außenumfangs des Durchführungsringelements 40 zu dem Innenumfang des Ausnehmungsrands beträgt vorzugsweise etwa 1 : 2 bis 1 : 5, um für den Roboter eine größtmögliche Bewegungsfreiheit zu geben. Der Zwischenraum wird durch das Trichterdichtungselement 20 überbrückt und abgedichtet, so dass ein Austritt von Schmutz aus dem Inneren der Arbeitskammer 100 unterbunden wird. Die von dem Trichterdichtungselement 20 dabei überbrückte Distanz kann umlaufend gleich sein. Es kann aber auch vorgesehen sein, in Richtung einer Hauptbewegungsrichtung das flexible Trichterdichtungselement 20 breiter auszuführen als an anderen Bereichen des Umfangs.

[0036] Die Ausnehmung 120 und die daran angeordneten Halte- und Abdichtungs- und Haltevorrichtungen können in jede der Wandungen 110 der Arbeitskammer 100 eingebracht werden, also sowohl in Seitenwände wie auch in das Dach oder den Boden der Kammer. Die Funktion der Ankopplung und Abdichtung ist bei dem erfindungsgemäßen Arbeitskammersystem lageunabhängig gewährleistet.

[0037] Wie insbesondere Fig. 2a zeigt, sind Kupplungselemente 46 an einem Kupplungsflansch 42 an einem Ende des Durchführungsringelements 40 angeordnet. Das Durchführungsringelement 40 wird in einer bevorzugten Ausführungsform von einer Haltevorrichtung in einer Ausgangsstellung gehalten, in der das Ankuppeln und Entkuppeln der Roboterhand 216 an das Durchführungsringelement 40 automatisiert erfolgen kann. Die Haltevorrichtung umfasst wenigstens zwei Betätigungselemente 30, beispielsweise Pneumatikzylinder, die an der Ausnehmung 120 gegenüberlie-

gend angeordnet sind, mit ausschiebbaren Schubstangen 32, an deren Enden Zentrierelemente 34 vorgesehen sind. Hierbei kann es sich um Kegelzapfen oder andere Formen handeln.

[0038] An dem Durchführungsringelement 40 sind Aufnahmeelemente 44 angebracht, in die die kompatiblen Zentrierelemente 34 der Haltevorrichtung eingreifen. Die Zentrierelemente 3 werden, wie auch Fig. 3b zeigt, nach erfolgter Kupplung von Roboterhand 216 und Durchführungsringelement 40 aus den Aufnahmeelementen 44 herausgezogen. Damit ist das Durchführungsringelement 40 beweglich und kann innerhalb der Ausnehmung 120 verschoben, gedreht oder geschwenkt werden.

[0039] Bei einer leichten, in Fig. 2b dargestellten Ausführungsform des Durchführungsringelements 40' und einer entsprechend steifen Ausbildung des flexiblen Trichterichtungselements 20' ist die Konstruktion der Abdichtungsvorrichtung an der Arbeitskammerwandung selbsttragend, so dass das Durchführungsringelement 40' ohne eine zusätzliche Haltevorrichtung in einer Ausgangsstellung verharrt. Bei der in Fig. 2b gezeigten Ausführungsform sind die Ausnehmung, das Trichterichtungselement 20' und das Durchführungsringelement 40' außerdem rechteckig ausgebildet, um seitliche Bewegungen der angekuppelten Roboterhand 216 zu erleichtern.

[0040] Fig. 3a zeigt die mögliche Ausgangsstellung des Durchführungsringelements 40 innerhalb der Ausnehmung 120 in der Arbeitskammerwandung 110 vor der Kopplung mit der Roboterhand 216. Die Roboterhand 216 trägt einen Werkstückgreifer 220. Beide können durch das Innere des Durchführungsringelements 40 hindurchgeführt werden. Bei Annäherung von Roboterhand 216 und Werkstückgreifer 220 schiebt sich der Kupplungsaufnahmeflansch 50 mit seinen Ausnehmungen über die Kupplungselemente 46. Nachfolgend werden die Riegelemente 54 über Stellelemente 52 in Eingriff mit den Kupplungselementen 46 gebracht.

[0041] Die Kupplungselemente 46 sind, wie insbesondere Fig. 5 zeigt, vorzugsweise als Bolzen ausgebildet sind, die einen Zylinderbereich 46.1 und einen vorderen Kopfbereich 46.3 aufweisen, welche über eine radiale Nut 46.2 verbunden sind. Der Übergang vom Kopfbereich 46.3 zur Nut 46.2 ist mit einer Auflaufschräge 46.4 versehen. Die dazu kompatiblen Riegelemente 54 weisen zwei parallel beabstandete Gabelzinken auf, zwischen denen das Kupplungselement 46 mit seiner Nut 46.2 einführbar vorgesehen sein kann auch die Verriegelung nach Art eines Bajonettverschlusses. Fig. 6 zeigt ein scheibenförmiges Riegelement 60, das Riegelausnehmungen 62 aufweist. Diese setzen sich jeweils aus einer Bolzendurchgangsausnehmung 62.1 und einer sich daran anschließenden Bolzenriegelausnehmung 62.2 zusammen. Das bolzenförmige Kupplungselement 46 wird bei Annäherung von Roboterarm und Durchführungsringelement 40 zunächst durch die Bolzendurchgangsausnehmung 62.1 geschoben bis die Ringnut 46.2 auf Höhe der Riegelemente 60 liegt. Durch eine Drehung des Riegelements 60, die beispielsweise durch Rotation derjenigen Roboterachse, die das Riegelement 60 trägt, hervorgerufen werden kann, wird die Bolzenriegelausnehmung 62.2 in den Nutbereich 46.2 des Kupplungselements 46 seitlich eingedreht. Damit erfolgt eine formschlüssige Verbindung.

[0042] Mit dem Eingreifen der Kupplungs- und Riegelemente miteinander erfolgt zugleich eine Abdichtung zwischen Roboterhand 216 und Durchführungsringelement 40. Hierzu ist der Kupplungsflansch 42 und/oder der Kupplungsaufnahmeflansch 50 bzw. das Riegelement 60 wenigstens teilweise mit einem flexiblen Dichtungsmaterial 58 belegt. Es kann auch vorgesehen sein, eine Labyrinthdichtung

zweiteilig auszubilden, wobei ein erster Dichtungsring am Roboter und ein darin eingreifender zweiter Dichtungsring am Durchführungsringelement angeordnet ist.

[0043] Die Auflaufschrägen an den Riegel- und/oder Kupplungselementen bewirken zum einen, dass ein geringer Versatz beim Ankuppeln ausgeglichen wird und die Elemente ineinander gleiten. Zum anderen wird hierdurch eine Relativbewegung von Durchführungsringelement 40 und Roboterhand 216 aufeinander zu bewirkt, durch welche beide Teile an die zwischen ihnen liegende elastische Dichtung 58 gepresst werden.

[0044] Bei der in Fig. 3a dargestellten Ausführungsform ist der Kupplungsaufnahmeflansch 50 an der Roboterhand 216 befestigt, und die Kupplungselemente 46 sind am Durchführungsringelement 40 befestigt.

[0045] Ebenso ist es möglich, Kupplungselemente 46 an der Roboterhand 216 und den Kupplungsaufnahmeflansch 50 an dem Durchführungsringelement 40 anzuordnen.

[0046] Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform mit einem Durchführungsringelement 40" mit geringer Länge. Dies führt zu einer Reduzierung der bewegten Massen am Roboter 200. Ansonsten ergeben sich bei Kupplung und Dichtung keine Unterschiede zu der unter Bezug auf die Fig. 3a bis 3c beschriebenen Ausführungsform gemäß Fig. 3a bis 3c.

[0047] Die Ankuppelung der Roboterhand 216 am Durchführungsringelement 40 werden unter Bezug auf die Fig. 3a bis 3c erläutert:

In dem in Fig. 3a abgebildeten Ausgangszustand befindet sich die Roboterhand 216 innerhalb des in die Arbeitskammerwandung 110 eingesetzten Durchführungsringelements 40. Der Kupplungsaufnahmeflansch 50 an der Roboterhand 216 ist bereits über die Kupplungselemente 46 geschoben. Das Durchführungsringelement 40 wird über die Haltevorrichtung mit ihren Zentrierelementen 34 und den entsprechenden Aufnahmeelementen 44 in einer definierten Position gehalten.

[0048] Anschließend werden die Riegelemente 54 auf die Kupplungselemente 46 geschoben. Durch die Auflaufschräge 46.4 wird der Kupplungsaufnahmeflansch 50 mit dem Dichtungsmaterial 58 gegen den Kupplungsflansch des Durchführungsringelements 40 gepresst. Zugleich greifen die gabelförmigen Aufnahmeelemente 54 in die jeweilige Nut der Kupplungselemente 46 ein, so dass eine formschlüssige Verbindung zwischen Roboterhand 216 und Durchführungsringelement 40 hergestellt ist.

[0049] Die Zentrierelemente 34 werden anschließend zurückgezogen, so dass die Roboterhand 216 mit dem Durchführungsringelement 40 innerhalb des Trichterichtungselements 20 beweglich ist. Dieser Zustand ist in Fig. 3b dargestellt.

[0050] Fig. 3c zeigt eine mögliche Verschwenkung der Roboterhand 216. Der Werkstückgreifer 220 besteht im wesentlichen aus einem schraubzwingenartigen, U-förmigen Bügel, welcher an seinem einen Ende mit einem verschiebbaren Klemmelement 226 versehen ist und an seinem anderen Ende ein Stützelement 222 aufweist. Zwischen dem Klemmelement 226 und dem Stützelement 222 können Werkstücke eingespannt werden, die durch das Durchführungsringelement 40 hindurch in die Arbeitskammer 100 eingeführt und wieder herausgeholt werden.

[0051] Die Roboterhand 216 kann bei dem erfindungsgemäßen Arbeitskammersystem unter Aufrechterhaltung der durch das Trichterichtungselement 20 bewirkten Abdichtung wie folgt bewegt werden:

- zweidimensionale Verschiebung der Roboterhand 216 innerhalb der Ausnehmung 120;
- translatorische Bewegung in die Arbeitskammer 100

hinein und aus dieser heraus; und  
 – Schwenken der Roboterhand 216 mit dem Durchführungsringelement 40 aus einer Senkrechten zur Arbeitskammerwandung 110 heraus.

[0052] Zu einer strahlenden Bearbeitung von Werkstücken, beispielsweise Sandstrahlen oder Shot-peening, ist das erfindungsgemäße Arbeitskammersystem besonders geeignet, da ein Austritt von Strahlmittel aus der Arbeitskammer 100 durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Abdichtung verhindert wird. Das Durchführungsringelement 40 schützt, insbesondere in seiner rohrförmigen verlängerten Ausbildung gemäß den Fig. 3a bis 3c, bei einem seitlich angreifenden Strahl, die Roboterhand 216 vor dem direkten Anprall von Strahlpartikeln. Bei der schraubzwingenartigen Ausbildung des Werkstückgreifers 220 ist die einem Verschleiß ausgesetzte, angestrahlte Fläche minimiert.

[0053] Das Herstellen und Lösen der Kupplung und der gleichzeitigen Abdichtung von Roboterhand 216 und Durchführungsringelement 40 ist über Pneumatikzylinder und dgl. sehr schnell zu bewirken und kann mit Hilfe von programmierbaren Steuerungen durchgeführt werden. Damit ist es beispielsweise möglich, bei der Motorenfertigung eine Strahlbehandlung inline vorzunehmen, das heißt, das Werkstück ohne Zeitverzug vor der Montage zu bearbeiten, ohne dass Pufferlager eingerichtet werden müssen.

[0054] Die Form der mit dem erfindungsgemäßen Arbeitskammersystem handhabbaren Werkstücke ist nahezu beliebig und nur durch die lichte Weite des Durchführungsringelements begrenzt, so dass kam Umrüstzeiten anfallen.

#### Patentansprüche

1. Arbeitskammersystem bestehend aus einer Arbeitskammerwandung mit wenigstens einer Ausnehmung, einer durch die Ausnehmung in die Arbeitskammer eingreifenden Roboterhand, und einer Abdichtungsvorrichtung, mittels der eine Abdichtung der Ausnehmung gegenüber der eingreifenden Roboterhand fernbetätigbar herzustellen und zu lösen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdichtungsvorrichtung umfasst:  
 ein flexibles Trichterdichtungselement (20), durch welches ein innenliegendes Durchführungsringelement (40, 40', 40'') mit dem Rand der Ausnehmung (120) verbunden ist, wenigstens zwei Kupplungselemente (46), die an dem Durchführungsringelement (40, 40', 40'') befestigt sind, und wenigstens ein Riegelement (54, 60), das mit der Roboterhand (216) verbunden ist und das mittels Stellelementen zur Kupplung der Roboterhand (216) mit dem Durchführungsringelement (40, 40', 40'') in den Eingriff mit den Kupplungselementen (46) zu bringen ist.  
 2. Arbeitskammersystem bestehend aus einer Arbeitskammerwandung mit wenigstens einer Ausnehmung, einer durch die Ausnehmung in die Arbeitskammer eingreifenden Roboterhand, und einer Abdichtungsvorrichtung, mittels der eine Abdichtung der Ausnehmung gegenüber dem eingreifenden Roboterhand fernbetätigbar herzustellen und zu lösen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdichtungsvorrichtung umfasst:  
 ein flexibles Trichterdichtungselement (20), durch wel-

ches ein innenliegendes Durchführungsringelement (40, 40', 40'') mit dem Rand der Ausnehmung (120) verbunden ist,

wenigstens zwei Kupplungselemente (46), die an der Roboterhand (216) befestigt sind, und wenigstens ein Riegelement (54, 60), das mit dem Durchführungsringelement (40, 40', 40'') verbunden ist und das mittels Stellelementen (52) zur Kupplung der Roboterhand (216) mit dem Durchführungsringelement (40, 40', 40'') in den Eingriff mit den Kupplungselementen (46) zu bringen ist.

3. Arbeitskammersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellelemente (52) an einem Kupplungsaufnahmeflansch (50) befestigt sind, der mit einem flexiblen Dichtungsmaterial (58) beschichtet ist.

4. Arbeitskammersystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kupplungsaufnahmeflansch (50) radförmig ausgebildet ist und der einen Nabenabschnitt und einen Ringabschnitt aufweist, welche durch wenigstens zwei Speichenabschnitte verbunden sind.

5. Arbeitskammersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungselemente (46) als Bolzen ausgebildet sind, die einen Zylinderbereich (46.1) und einen vorderen Kopfbereich (46.3) aufweisen, welche über eine radiale Nut (46.2) verbunden sind, wobei wenigstens der Übergang vom Kopfbereich (46.3) zur Nut (46.2) mit einer Auflaufschräge (46.4) versehen ist.

6. Arbeitskammersystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Kupplungselement (46) wenigstens der Übergang vom Kopfbereich (46.3) zur Nut (46.2) mit einer Auflaufschräge (46.4) versehen ist.

7. Arbeitskammersystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellelemente (52) Riegelemente (54) mit zwei parallel beabstandeten Gabelzinken aufweisen, zwischen denen das Kupplungselement (46) mit seiner Nut (46.2) einführbar ist.

8. Arbeitskammersystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Gabelzinken mit einer Auflaufschräge versehen sind.

9. Arbeitskammersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Riegelement (60) zur Ausbildung eines Bajonettverschlusses wenigstens zwei Riegeausnehmungen (62) aufweist, welche jeweils eine Bolzendurchgangsausnehmung (62.1) und eine sich daran anschließende Bolzenriegelausnehmung (62.2) umfassen.

10. Arbeitskammersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellelemente Elektromagnete sind und die Kupplungselemente als ferromagnetische Magnetkopplungsbereiche ausgebildet sind.

11. Arbeitskammersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Arbeitskammerwandung (110) wenigstens eine Haltevorrichtung zum Halten des Durchführungsringelements (40, 40', 40'') in einer Ausgangsstellung angeordnet ist.

12. Arbeitskammersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung besteht aus: wenigstens zwei Betätigungselementen (30), die an der Ausnehmung gegenüberliegend angeordnet sind, mit aus schiebbaren Schubstangen (32); Zentrierelementen (34), die an den Schubstangen (32) der Betätigungselemente (30) angeordnet sind, und Aufnahmeelementen (44), die an dem Durchführungs-

ringelement (40, 40', 40'') angeordnet sind, zur Aufnahme der Zentrierelemente (34) in der Ausgangsstellung.

13. Arbeitskammersystem nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigungselemente (30) Pneumatikzylinder sind. 5

14. Arbeitskammersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Außenumfangs des Durchführungsringelements (40, 40', 40'') zu dem Innenumfang der Ausnehmung (120) in der Arbeitskammerwandung (110) 1 : 2 bis 1 : 5 beträgt. 10

15. Arbeitskammersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Roboterhand (216) einen Werkstückgreifer (220) mit einem schraubzwingenartigen, U-förmigen Bügel aufweist, welcher an seinem einen Ende mit einem verschiebbaren Klemmelement (226) versehen ist und an seinem anderen Ende ein Stützelement (222) aufweist. 15

16. Arbeitskammersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trichterdichtungselement (20) eine flexiblen Innenlage und eine flexiblen Außenlage umfasst, welche unter Ausbildung eines gasdichten Innenbehälters randseitig verbunden sind und dass ein Drucksensor zur Gasdruckmessung in dem Innenbehälter vorgesehen ist. 20

17. Arbeitskammersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Durchführungsringelement (40) einen ersten Dichtungsring und die Roboterhand (216) einen zweiten Dichtungsring trägt, durch welche Dichtungsringe nach dem Ankuppeln von Durchführungsringelement (40) und Roboterhand (216) eine Labyrinthdichtung ausgebildet ist. 25

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

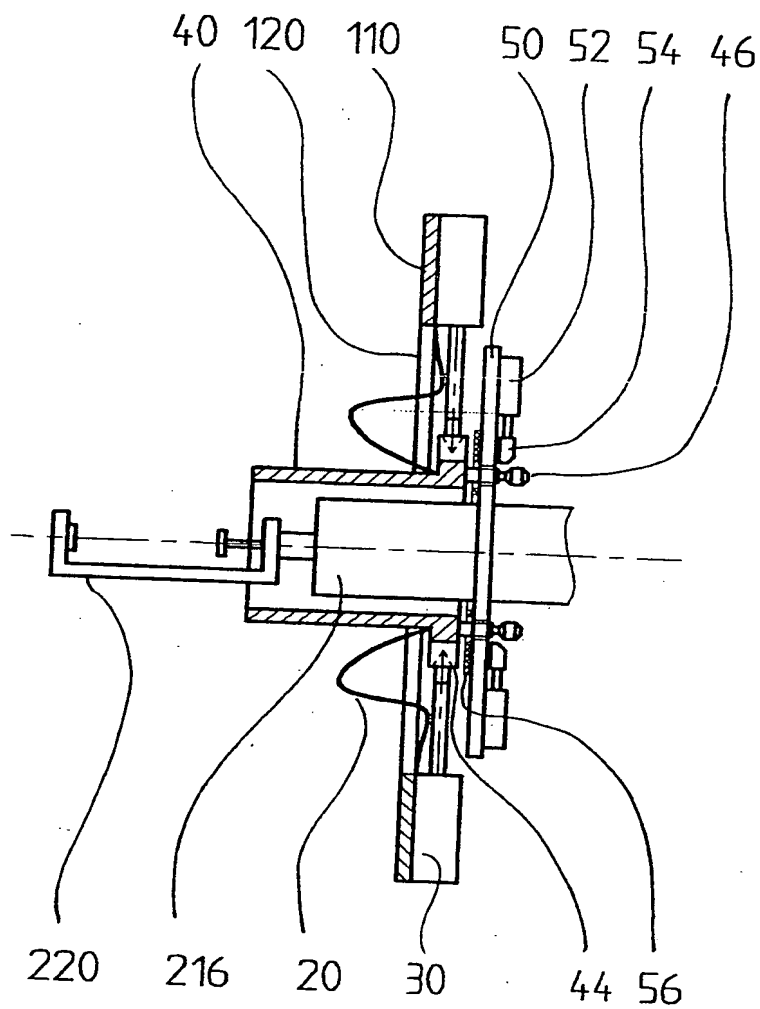


Fig. 3a



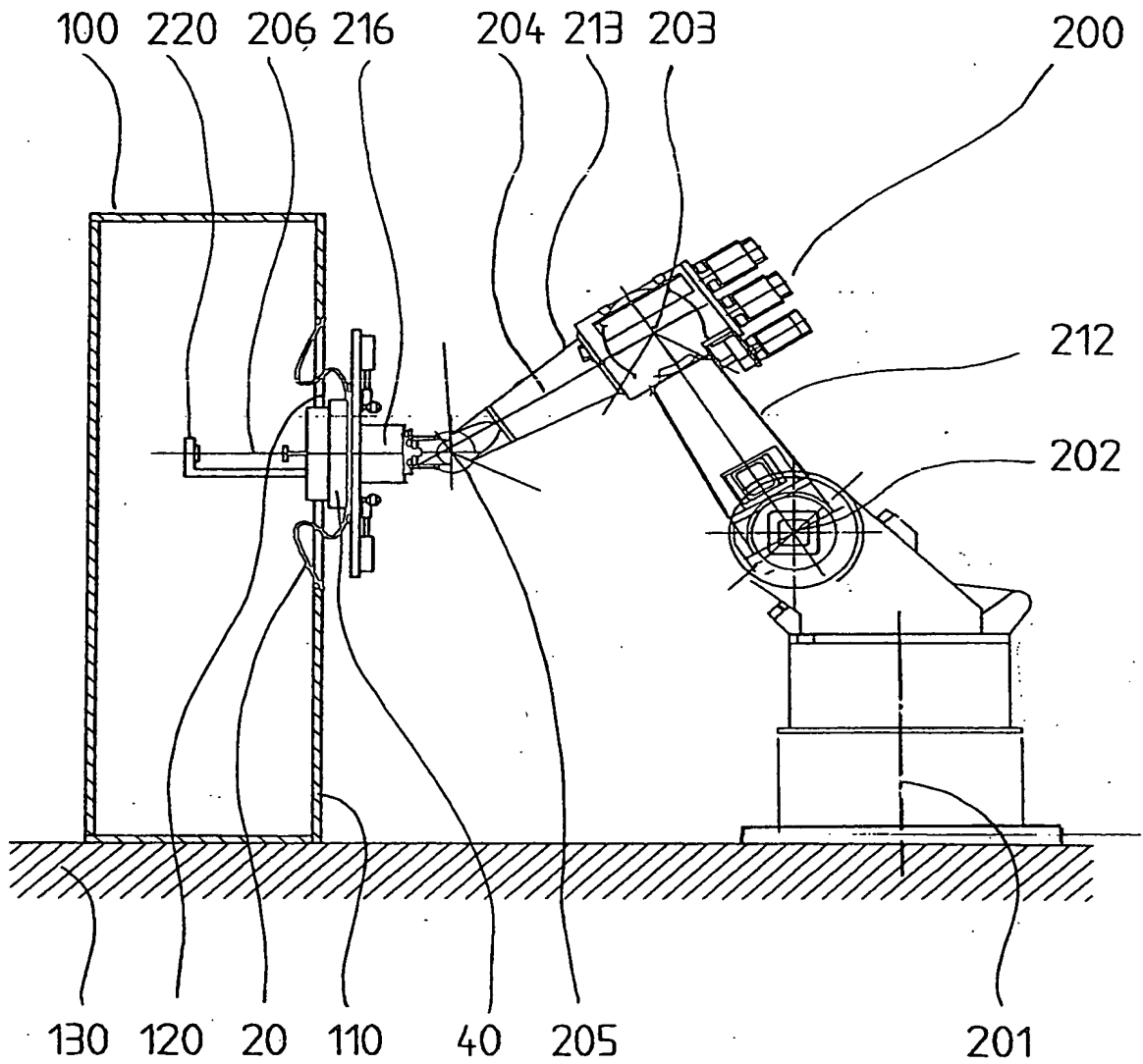


Fig. 1

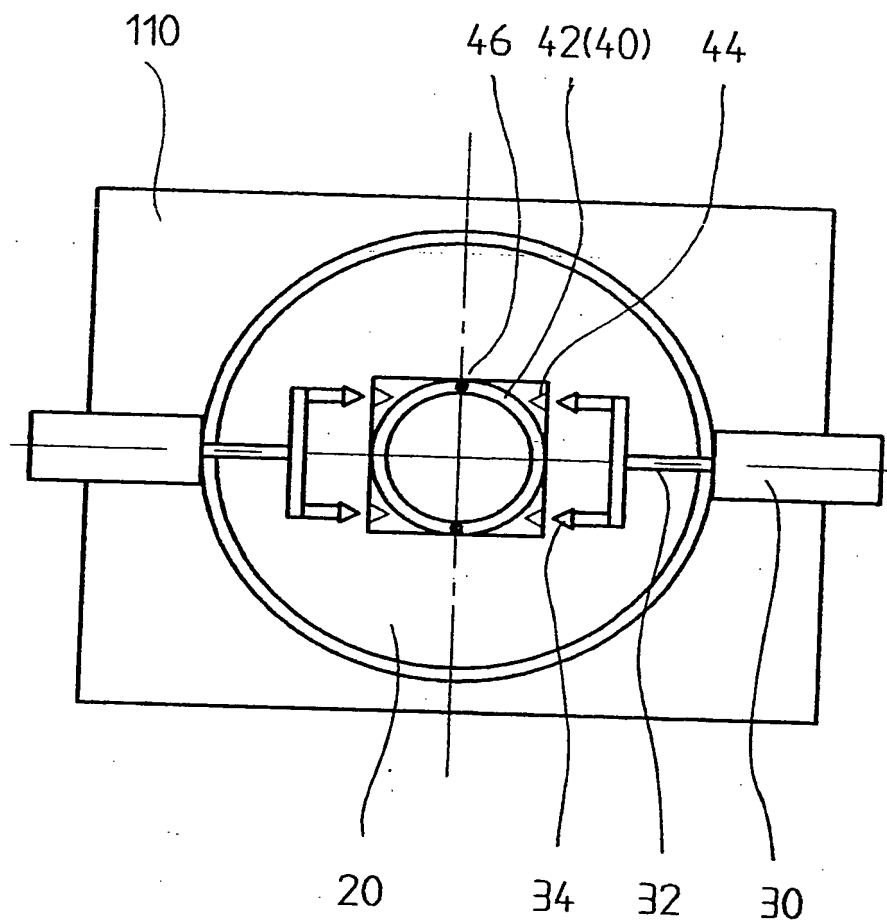


Fig. 2a

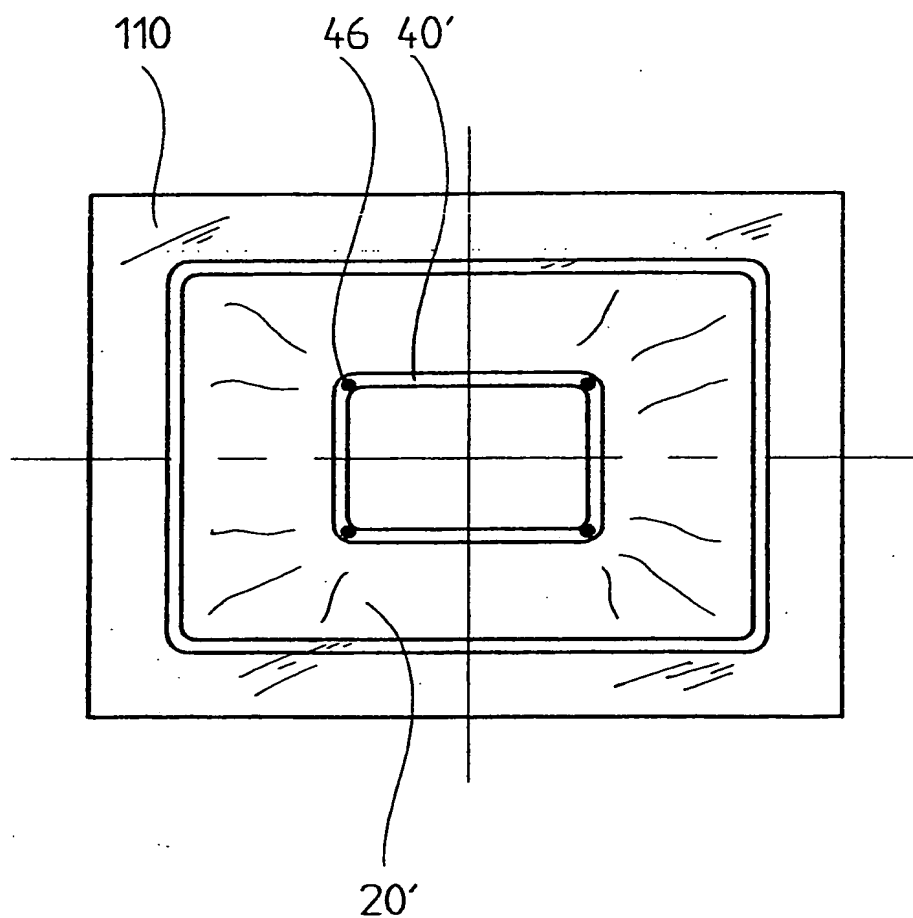


Fig. 2b

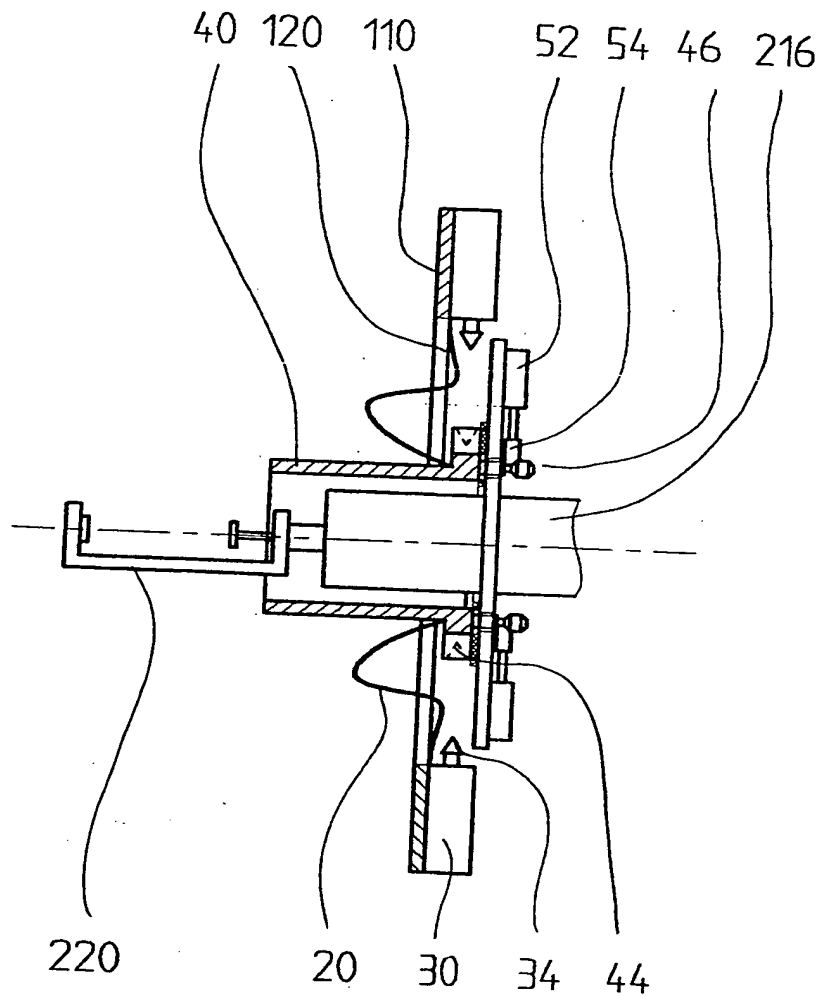


Fig. 3b

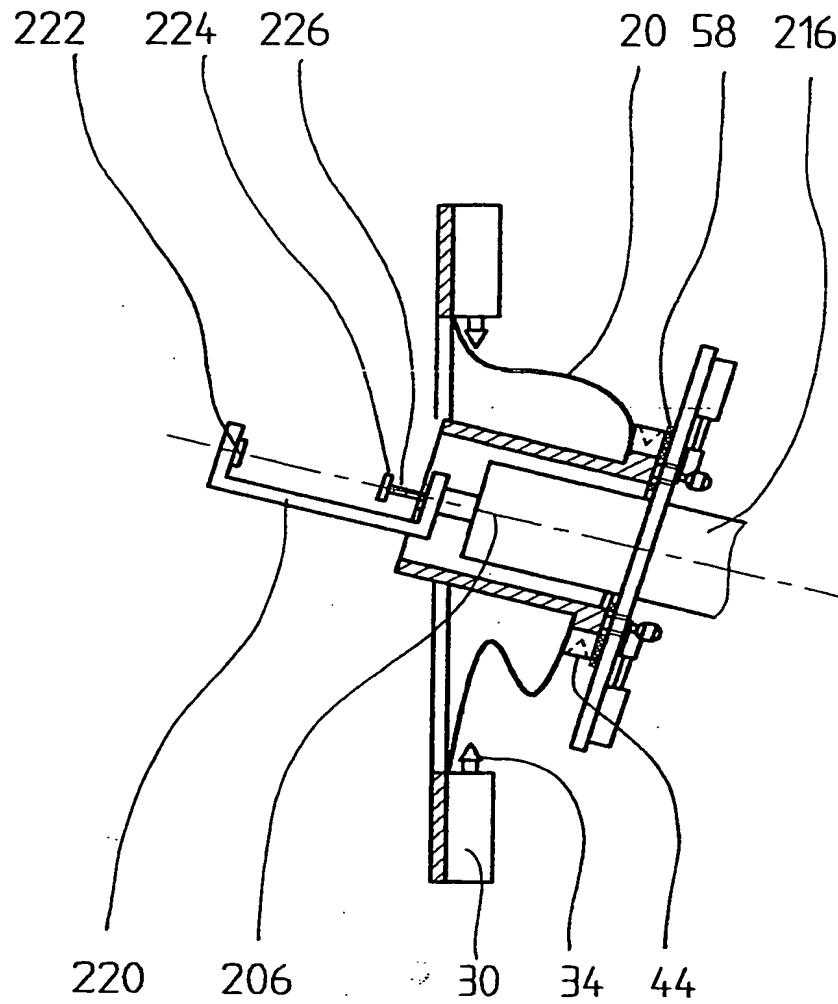


Fig. 3c

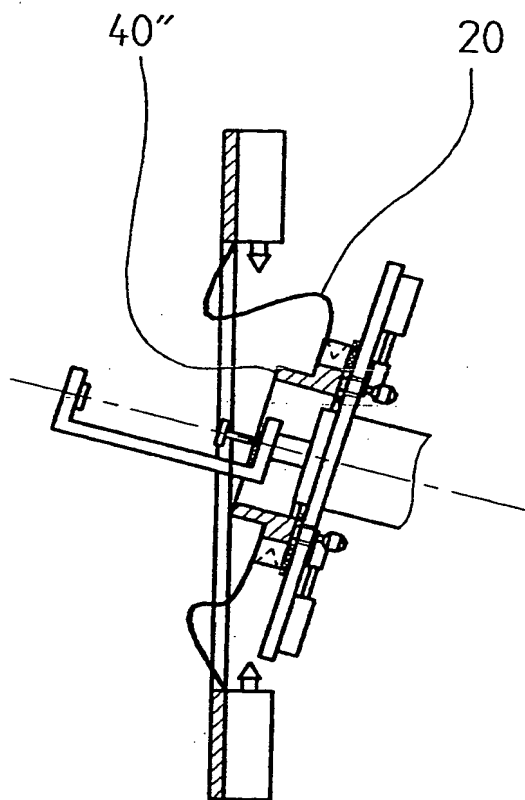


Fig. 4

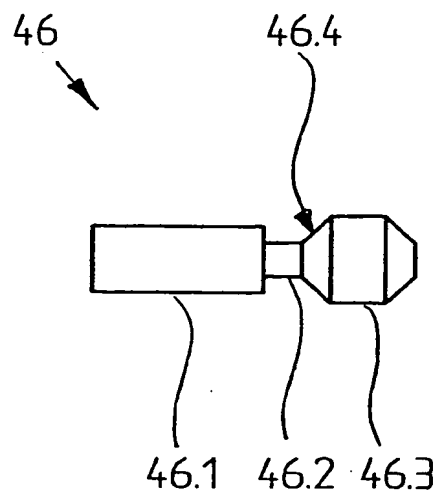


Fig. 5

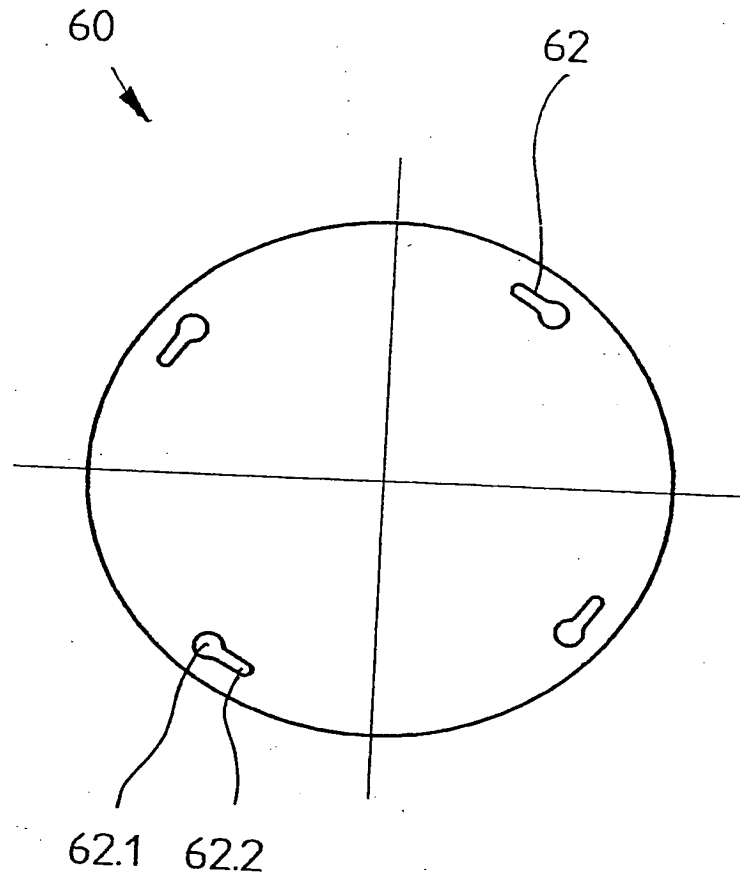


Fig. 6